Vergleichende petrographische Studien an Gesteinen der Minahassa in Nord-Celebes.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichsuniversität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Oswald Noack
Lehrer in Halle (Saale).

Diss. Halle 1926.

Halle a. d. S. 1926.

* 1487 r

Referent: Professor Dr. F. von Wolff.
Korreferent: Geh. Reg. Rat Prof. Dr. Walther.

Tag der mündlichen Prüfung: 15. Dez. 1926.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Lieben

in Dankbarkeit.

Inhalt.

Seite

I. Einleitung.

Herkunft des Materials 1

II. Geologischer Bau.

a. Morphologische Stellung und Gliederung der Minahassa 2

b. Geologische Formationen des Untergrundes 3

c. Vulkanismus.

Verteilung der Vulkane 5

Bestimmung des Alters der Eruptionen 14

III. Petrographischer Teil.

Beschreibung der Gesteine 16

1. Liparit.
2. Dazit.
3. Andesit.
4. Alboranit.
5. Basalt.

Die chemische Zusammensetzung der jungen Eruptivgesteine 22

IV. Altersfolge und genetische Beziehungen der Eruptivgesteine 30

Ergebnisse 35

Literatur 36

Gesteinsprojektionen nach v. Wolff 39

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544303_0125

1. Einleitung.

Vorstehende Arbeit wurde im Mineralogischen Institut der Universität Halle auf Anregung des Herrn Professor Dr. v. Wolff ausgeführt. Ihm für die stete Förderung derselben meinen tiefgefühltesten Dank auszusprechen, ist mir Herzensbedürfnis.

Das Material zu der Arbeit verdanke ich Herrn Geheimrat Prof. Dr. Rinne, der 1899 bis 1900 anläßlich einer Celebesfahrt die Minahassa bereiste und die Gesteinsproben dort sammelte. Außer geologischen Beobachtungen an Ort und Stelle führte er auch optische Untersuchungen aus. Für die Überlassung seiner Sammlung zu weiteren Studien bin ich Herrn Geheimrat Rinne zu großem Dank verpflichtet.

2. Geologischer Bau.

a. Morphologische Stellung und Gliederung.

Als „Malayische Scholle“ faßt man die Inselwelt zwischen Asien und Australien zusammen. Diese gesamte Inselwelt gliedert sich in 3 Teile. Sumatra, Java, Borneo sind zum asiatischen, Neuguinea einschließlich der Nebeninseln zum australischen Kontinentalschelf zu zählen.

„Das dazwischenliegende Stück, Celebes, die Sundainseln, die Molukken und Halmahera, stellt eine stark durch jugendliche Hebungen und Senkungen und jugendliche Faltengebirge zerstückelte Partie der Erdkruste dar, die zu den in tektonischer Beziehung interessantesten Teilen der Erde gehört“ (28)

Nach E. Sueß (22) sind 4 Elemente am Bau der Malayischen Scholle beteiligt: das Ende des burmanischen Bogensystems, die Virgation der Philippinen, das Kettengebirge von Neuguinea und die Kettengebirge im Osten Australiens.

Von den Philippinenvirgationen kann man etwa 11 getrennte Kulissen unterscheiden.

Eine derselben, die Centralkordillere von Mindanao, schwenkt westlich von der Davaobai in den Sangibogen ein.

Dieser stellt die Verbindung mit der Minahassa auf Nord-Celebes her.

Die Minahassa, das Gebiet meiner Untersuchungen, ist also als Teil des Sangibogens und zur Philippinenvirgation gehörig aufzufassen.

Geographisch bildet sie den nach Nordosten strebenden äußersten Zipfel des nördlichen Armes von Celebes, der im Süden von den Flüssen Poigar und Bujat begrenzt wird. Sie hat eine Länge von etwa 110 km und eine Breite von 30—50 km, sodaß man ihre Ausdehnung mit der des Harzes in Parallele setzen kann.

Der Name „Minahassa“ stammt von den alfurischen Bewohnern und bedeutet Bundesgenossenschaft. Infolge ihrer auffallenden Eigenart, die durch den Aufbau aus jungvulkanischen Gesteinen gegeben ist, galt sie von jeher für einen selbständigen Teil der Insel Celebes. Zahlreiche Forscher haben die Minahassa bereist. Schon Dumont d' Urville (4) besuchte die Minahassa auf einer Weltreise, die er in den Jahren 1826—1829 ausführte.

Seine Eindrücke schildert er im 5. Bande seines Werkes: „Voyage de l'Astrolabe pendant les années 1826—29". Nach ihm seien von älteren Reisenden besonders A. F. van Spreuwenberg, (20) P. Bleeker (2), C. Reinwardt (14), H. von Rosenberg (17), A. R. Wallace (25) genannt. Die Ausbeute geologischer und petrographischer Ergebnisse dieser Reisen ist verhältnismäßig gering. Um die Jahrhundertwende waren es Koperberg (10), Bücking (3), Rinne (16), die Vettern Sarasin (19), 1909 Ahlburg (1), 1913 von Komorowicz (7), die erneut Studien in der Minahassa trieben.

b. Geologische Formationen des Untergrundes.

Als „Malayische Formation" bezeichnet man archaische oder präkambrische Gneise und kristalline Schiefer, die in Nordsumatra, im südwestlichen Teil von Borneo und in Nord- und Mittelcelebes auftreten und die ältesten bekannten Schichten der „Malayischen Scholle" darstellen. Es sind das Teile des alten „Äquinoktiakontinents". Diese alte Unterlage ist vielfach durch tertiäre Grabenbrüche zerbrochen. In Celebes sind karbonische, permische und triassische Ablagerungen nicht bekannt, während sie an anderen Stellen auftreten. Erst im Jura finden wir die Dolokapaformation mit Radiolariten. Als vulkanische Gesteine treten darin Diabase, Melaphyre und Peridotite auf. Der Kreidezeit entspricht die Mororoformation mit Tonsteinen und Gabbrointrusionen. Sandsteine und Konglomerate bilden das Eozän, in das sich jüngere Granit-Lakkolithe ergossen. Im Oligozän wurden Orbitoidenkalke abgelagert. Im Quarlesgebirge finden wir die ältere Andesitformation mit Andesiten, Trachyten, Leuzitgesteinen und Lipariten. Diese Andesitergüsse reichen noch bis ins Miozän, das durch Kalksteine mit Lepidocyklinenkonglomeraten vertreten ist. Im Pliozän bis Pleistozän entstanden Korallenkalke und Flußablagerungen, die wiederum von Leuzitgesteinen, Trachyten, Daziten und Lipariten durchbrochen wurden. Als rezente Ablagerung sind Meereskalke und die jüngste Andesitformation vorhanden. Ähnliche, wenn auch wechselnde Lagerungsverhältnisse wie in Celebes, finden wir in der ganzen Malayischen Scholle. Sie dürften auch im allgemeinen die geologischen Formationen des Untergrundes der Minahassa darstellen.

Nach Bücking (3) und Rinne (16) bildet den Untergrund von Nordcelebes ein Granitgrundgebirge noch unbestimmten Alters, das beide bei Gorontalo beobachteten, und das Bücking auf seiner Karte im Osten bis in die Gegend von Belang ein-

zeichnete. Rinne zweifelt das Zutagetreten desselben soweit ostwärts an, weil er weder in den Flüssen von Belang noch bei Totok und Kotabuna Granitgerölle fand. Bücking wies nach, daß dem nordcelebesischen Granit Konglomerate und Breccien angelagert sind. Rinne wies in der Gegend von Belang ein diabasführendes Grundgebirge nach, und zwar auf den Inseln Bentenan, Poeloe Poetoes, Pakolor, Bankoan, Poenten und Baleng-Baling. Nach Koorders (9) sollen Diabase auch in der Bai von Amoerang vorkommen. Sonst aber ist es fast ausschließlich rezentes Vulkanmaterial, das den Aufbau der Minahassa bildet. Es sind Agglomerate, Andesite und Tuffe, die zum Teil geschichtet sind, zahlreiche Bimssteintuffe von heller und auch dunklerer Färbung, die in zahlreichen Aufschlüssen anstehen. Ein Vorkommen von tiefschwarzem Obsidian wird vom Goenoeng Tampoessoe beschrieben. Außer diesen vulkanischen Produkten wurden von Martin (11) frühtertiäre Orbitoidenkalke beim Berge Totok gefunden. Auch in der Lava des Goenoeng Sopoetan sind nach Kemmerling (6) Bruchstücke von Orbitoidenkalk gefunden worden. Mergel mit Muschelresten und Krebsen stehen nach Martin bei Menado an. Nähere stratigraphische Angaben fehlen. Ahlburg (1) beschreibt vom Mittellauf des Poigar oligozäne Foraminiferenkalke. Koperberg (10) erwähnt an der Nordküste der nördlichen Minahassa Korallengrotten, die auf eine Hebung des Landes um acht Meter hinweisen. Die nördlichen Küsteninseln bestehen nach Kemmerling (6) aus vulkanischem Material, ohne daß Vulkanformen zu erkennen sind. Die langandauernde Erosion hat sie verschwinden lassen und auf der Insel Ganga über größere Flächen ein älteren Formationen angehörendes Quarzgestein bloßgelegt. Nach Bücking ist der größte Teil der Minahassagesteine als Augitandesit bezeichnet worden, der zuweilen dem Feldspatbasalt verwandt ist. Derselbe Verfasser signiert noch an mehreren Stellen pliozäne und pleistozäne Sande und Gerölle. Von Komorowicz berichtet vom Vorkommen verschiedener Brauneisenerze sowie aus Zersetzung hervorgegangener bunter Tone und Kaoline im Sopoetangebirge. Letztlich seien auch die Goldfunde vom Berge Totok und vom Goenoeng Doep bei Kotaboena erwähnt.

c. Vulkanismus.

Verteilung der Vulkane.

Nach dem im vorigen Abschnitt gegebenen geologischen Überblick sei eine eingehendere Beschreibung der Vulkane gegeben, die in der Hauptsache den Schilderungen folgt, die Bücking, Rinne, v. Komorowicz und v. Wolff gegeben haben.

Die Minahassa gliedert sich in drei Teile, die durch zwei von N. W. nach S. O. streichende Depressionen gebildet werden. Die erste Depression verbindet die Bucht von Menado mit der Bucht von Kema. Ihren höchsten Punkt erreicht die Senke bei Ajer Madidi mit 230 m. Der nördlich dieser Senke liegende Teil der Minahassa ist die Klabathalbinsel, genannt nach dem auf ihr liegenden größten Vulkankegel, dem Klabat, 2019 m hoch. Er hat auf seiner Mantelfläche zahlreiche Parasiten. Sein Krater hat eine Ausdehnung von 400 × 320 m; der Boden ist von schwarzen Vulkansanden bedeckt. Ein Somma vulkan ist der Goenoeng Tokoko, 975 m hoch. Als radialständige Nebenkrater sind aufzufassen der im Jahre 1801 entstandene Batoe angas, 699 m, und der 1821 gebildete Batoe angas baroe, 488 m. Von ihm floß damals ein Lavastrom ins Meer. Sapper (18) zählt noch einen Lavastrom von 1883 auf. Der Doea-Soedara (zwei Brüder) oder Monte Kema ist ein Doppelvulkan von 1373 und 1360 m Höhe. Seine radiale Berippung ist ein Zeichen längerer Ruhe und fortgeschrittener Zerstörung. Sarasins fassen ihn als zerstörten Somma vulkan auf, von dem der Krater nicht mehr zu erkennen ist. Den großen Ausbruch in der Minahassa vom Jahre 1680 lokalisieren die Vettern Sarasin im Goenoeng Tokoko; Wichmann bezieht ihn auf den Doea Soedara; Kemmerling verlegt ihn in einen Nebenkrater des Tokoko, den Batoe angoes. Auf einer Insel in der Menado-Bai ist der Menadotoewa, 835 m, der zum Klabat radialständig steht. Da seine Abhänge den gesetzmäßigen Böschungswinkel frisch aufgeschütteter Aschenkegel noch besitzen, ist auf ein jugendliches Alter zu schließen. Der Vulkan hat Pyroxenandesit gefördert und ist erloschen. Poeloe Boenaken ist noch ein halber Ring aus andesitischen und basaltischen Tuffen. Verbeek (24) betrachtet die östliche Insel Lembe als Bruchstück eines Calderawalles, der $10^1/_2$ km Durchmesser hat. Auf dem Calderaboden entstanden zwei Vulkane, der Batoe Angoes und die Doea Soedara. Der Klabat hat sich

auf dem Außenhang gebildet. Der mittlere Teil der Minahassa wird vom Tondanomassiv gebildet. Es reicht im Süden bis an die zweite Depression, die von der Bai von Amoerang nach der Bucht von Belang sich hinzieht und bei Tombatoe eine Paßhöhe von 392 m erreicht. Das Tondanomassiv besteht aus einem Sockel von 700 m Höhe, dem sich die einzelnen Vulkane aufsetzen, die den Tondanosee umgeben. Der Tondanosee ist etwa 10 km lang und hat eine Oberfläche von 46 qkm. Seine größte Tiefe ist 28 m. Früher wurde er für einen Kratersee gehalten; heute faßt man ihn als Staubecken auf. Nach Wichmann ist die Abdämmung durch vulkanische Aufschüttung zustande gekommen; Bücking gibt als Ursache die allgemeine Hebung des Landes an. Östlich vom Tondanosee erhebt sich die Lamboewankette bis zu 1100 m v. Wolff bezeichnet sie als eine Linearеruption nach dem Pansanchetypus. Danach stellt sie eine Aufschüttung über einer Spalte dar, die durch Zusammenfließen zahlreicher reihenweiser Kegel entsteht. Ein Krater ist nicht vorhanden Nach Verbeek und Kemmerling ist das Lamboewangebirge ein Teil des Ringwalles einer großen Caldera, die durch Einbruch von Eruptionspunkten der miozänen Periode entstanden ist. Diese Tondanocaldera hat einen Durchmesser von 27 km, würde also einem Flächeninhalt von 572 qkm bedecken, während die des Goenoeng Ringgit auf Ostjava mit einem Durchmesser von 21 km nur 346 qkm Fläche einschließt. Das durch den Krakatausbruch vom Jahre 1883 geschaffene Bruchfeld ist nur 75 qkm groß.

Nach dem Einsturz der Tondanocaldera bildeten sich etwa 20 neue Eruptionspunkte, teils auf dem Caleraboden, teils auf dem Mantel, wie der Goenoeng Sopoetan. Der ganze Gebirgskomplex besteht aus vulkanischen Aschen und Sanden, und nur im Untergrunde des Goenoeng Sopoetan liegt Orbitoidenkalk, von dem Bruchstücke in der Lava aufgefunden worden sind.

Das Gebiet westlich vom Tondanosee und Tondanofluß gliedert sich in das Roemenganmassiv, das Masarangmassiv, die Lokongruppe und die Solfatarenfelder westlich des Tondanosees. Den südlichen Abschluß bildet das Sopoetangebirge.

Das Roemenganmassiv ist der nördlichste Gebirgszug der Tondanomasse. Der 1304 m hohe Goenoeng Mahawoe bildet den nördlichsten Explosionskrater desselben. Reinwardt berichtet von einer großen Eruption im Jahre 1789. A. Limburg meldet 1904 starke Rauchentwickelung, und 1913 ist es v. Komorowicz nicht

möglich, bis zu dem am Boden befindlichen, stark dampfenden Schwefelsee hinabzusteigen, der nach Kemmerling 62—84 % Schwefel enthält. Südlich des tätigen Kraters sind im Walde zwei erloschene Explosionspunkte mit 300 und 400 m Durchmesser zu finden. Die Kraterverlegung hat also nach Norden zu stattgefunden. Der Empoeng, 1340 m hoch, ist ein Sommaberg mit zentralem Kegel. Sein trichterförmiger, scharfkantiger Krater, der sich im 18. Jahrhundert gebildet haben soll, weist auf den explosiven Charakter des Vulkans hin. Erloschene Vulkane sind Kinagogaran und Empoenglaas.

Das Masarangmassiv, südlich des Roemenganmassivs gelegen, hat 4 deutlich erkennbare Explosionspunkte. Einige davon sind vorwiegend aus klastischem Material aufgebaut. Der Linow Masarang selbst besteht aus festem Augitandesit und ist 1275 m hoch Die Kraterverlegung ist hier teilweise südwestlich gerichtet. Der Tampoessoe, 1217 m, hat schwarze Obsidianströme geliefert, die nach der chemischen Analyse Liparite sind.

Der Lokon, 1495 m hoch, ist der Hauptvulkan des Lokonmassivs und bildet einen abgestumpften, regelmäßigen Kegel ohne Krater. Er besitzt mehrere Boccen, die zeitweise in Aktion treten, besonders die Ostbocca. Die Bomben vom Jahre 1893 sind glasig erstarrte Fetzen des Magmas oder bereits festes Gestein, dessen Oberfläche durch heiße Gase mit einer Schmelzrinde nach Art der Meteoriten überzogen ist. Der Ausbruch förderte auch Wasser- und Schlammassen zutage Auch die Westbocca ist solfatarisch tätig. Vom Lokon- und Empoengmassiv erwähnten die Vettern Sarasin einen Lavastrom, der auf dem Nordwestabhange in 1200 m Höhe zu finden sei. Stehn (21) erkannte dort nur klastisches Material. Im östlichen Teile des Sattels zwischen Lokon und Empoeng entwichen 1921 aus dem heißen Boden viele Fumarolen mit Temperaturen von 90—100° C. Der Rand des Empoengkraters besteht aus fester Lava und umschließt einen Kraterboden, der einen Durchmesser von 150 m hat und mit dichtem Walde bedeckt ist. Zur halben Höhe entweichen aus den senkrechten Kraterwänden Fumarolen. Bücking berichtet von einer Tätigkeit des Vulkans im Jahre 1898; die Vettern Sarasin haben keine Spuren rezenter Tätigkeit gefunden. Zum Lokonmassiv gehören noch Tetawiran und Kasche.

Westlich vom Tondanosee befinden sich zwei Solfatarenfelder, die durch eine niedrige Hügelreihe voneinander getrennt sind und denen SO_2-und H_2S-Dämpfe entweichen. Der Linow

Lahendong, 780 m hoch, ist ein von einem Ringwall umgebener Kratersee. Er besitzt 700 m Durchmesser, ist gleichfalls solfatarisch tätig und hat Solfataren mit 105° C und Schlammpfuhle mit 77° C. In der ganzen Minahassa zählt man etwa 150 Solfataren.

Das Solfatarenfeld von Tompaso besteht aus zwei Teilen und hat Kaolinbildung und Kieselsinterablagerungen. Zu nennen sind noch Bantik, Lengkoan, 1080 m, Sinapi und Tempong.

Das Sopoetangebirge bildet den südlichsten Teil des Tondanomassivs. Es ist ein vulkanisches Gebirge, das durch einen von SO nach NW verlaufenden Höhenrücken, den Ketengan, in zwei morphologisch verschiedene und ungleichaltrige Teile gegliedert wird. Nordöstlich vom Ketengan liegt der ältere Teil. Er wird gebildet vom Sempoegebirge, das sich wiederum aus dem Goenoeng Sempoe, dem Explosionskrater Masem und dem Rindegan zusammensetzt.

Der östlichste Berg, der Goenoeng Sempoe, 1610 m, ist ein langgestreckter, bewaldeter Tafelberg, bestehend aus einer flachen, kuppelförmigen Lavamasse mit drei gegen Nordosten gerichteten, durch Gaseruption entstandenen Kratern. Den nordwestlichen Eckpfeiler bildet der aus massiven Andesitlaven bestehende Rindeganrücken. Er bricht nach Süden zu steil ab. Zwischen beiden liegt ein Explosionskrater Kahaw Masem. Dieser hat noch einen Schwefelsee von 67° Celsius und mehrere Schlammpfuhle. Die Umgebung verdankt diesen ihre dreieinhalb Meter dicken, 56 % schwefelhaltigen Sedimente, die eine Fläche von 8700 qm bedecken. Die Wände des Kraters Masem sind Andesitfelsen, die stark zersetzt sind. An Zersetzungsprodukten fand v. Komorowicz gediegenen Schwefel, Brauneisen, Kupfersulfat, bunte Tone und Kaolin.

Um den Masem liegt eine Sandebene. Diese ist wiederum von Gebirgszügen eingeschlossen, die Koperberg als den Wall einer Caldera von 3 km Durchmesser auffaßt. Die niedrige Ketengankette hat ihre convexe Seite aber der vorgenannten Caldera zugekehrt und wird als Teil der Ostwand eines vormaligen, mehr westlich gelegenen Vulkans angesehen. Die Unregelmäßigkeit des durch den „alten Sempoe“ gebildeten Ringwalls ist die Folge der Mehrachsigkeit des früheren Sempoevulkans und ist nicht durch eine, sondern mehrere vernichtende Eruptionen und Einstürze entstanden. Der ursprüngliche Vulkan hat wahr-

scheinlich aus drei sich berührenden Kegeln, dem Sempoe, dem Rindegan und Kalelondei bestanden.

v. Komorowicz widerspricht dieser Auffassung Koperbergs und läßt weder einen eigentlichen Gipfel des Sempoe — wie die Vettern Sarasin meinten — noch den Ringwall gelten Der Krater Batoe Koloh, 2 $^1/_2$ km nordöstlich vom Masem, ist ebenfalls ein Explosionskrater und liegt nach Hornemann auf der großen, nach NNO gerichteten Minahassaspalte, auf der auch die Krater Sopoetan, Aësepoet und Masem liegen. Dieser Spalte entspringen nach Kemmerling außerdem die Solfataren von 1901, die Solfataren an der Südseite des Rindegan und die im Tale des Masem liegenden Solfataren. Auch eine nicht unbeträchtliche Hügelreihe wurde durch diese Spalte aufgeworfen.

Der Ketenganrücken im Südwesten, der Rindegan im Nordwesten und der Sempoe im Südosten umschließen ein Hochtal, die „Interkollinare Mulde", die von vulkanischen Sanden und Lapilli bedeckt und von Barrancos durchschnitten wird, die alle nach dem Kessel des Masem führen. Die Wände ihrer canonartigen Schluchten werden durch Fumarolen und Thermen chemisch angegriffen, und das zersetzte Gestein prangt in grellen bunten Farben.

Der Ketenganrücken mündet südwestlich in den Manimporok. Er ist eine Vulkanruine mit tiefen Radiärrunsen und einer hufeisenförmigen Caldera. Seine Höhe beträgt 1775 m.

Der Sopoetan ist ein Drillingsvulkan. Der ältere Sopoetan ist 1827 m hoch und hat eine regelmäßige Gestalt mit 30—35 ° Böschung. Auf halber Höhe erkannte Rinne die Reste einer Somma. 800 m nordöstlich vom Sopoetan bildete sich 1906 ein neuer Vulkan, der Goenoeng Aësepoet; 1915 entstand südlich davon der Aësepoet Weroe. Ehe auf diese letzten Bildungen eingegangen wird, sei zusammenfassend ein Überblick über die Entstehung des Sopoetangebirges nach Neumann van Padang gegeben. Danach entstand zuerst der ursprüngliche Sempoevulkan. „Dieser wurde mehrachsig, und es entstanden auf seiner Flanke zwei neue Kegel, der Rindegan und der Kalelondei. Die Gipfel dieser Vulkane wurden durch eine Katastrophe vernichtet, und es bildete sich eine Caldera mit einem höheren Boden als der jetzige. Diese Caldera wurde von dem Ringwall Rindegan-Kalelondei eingeschlossen. Im Westen war der Ringwall weniger entwickelt, weil sich da die beiden Vulkane berührten. Darauf verlegte sich

die Tätigkeit nach Süden, und es entstanden der Manimporok und der ursprüngliche Sopoetan, deren vulkanische Tätigkeit vorläufig mit dem Ausschießen der Gipfel endigte. Wieder verlegte sich die vulkanische Tätigkeit. Das Sempoegebirge wurde von neuem vernichtet; der jetzige Kraterboden, auf dem sich die Lavakuppel des Goenoeng Sempoe bildete, entstand, während der Ketenganvulkan sich zwischen Sempoegebirge und dem primären Sopoetan einschob. Danach wurde der G. Sempoe in seinem östlichen Teile und der G. Kawalak durch die große Einsenkung der Tondanocaldera betroffen. Endlich entstanden Explosionstrichter wie Kahaw Masem und Batoe Koloh. Der Gipfel des G. Ketengan wurde vernichtet, und es bildete sich ein wannenförmiges Tal; aber zu gleicher Zeit entstand auch der Explosionskrater im oberen Pentoetal."

Der Goenoeng Sopoetan hat seit Jahrhunderten viel klastisches Material geliefert. Große Ausbrüche sind bekannt aus den Jahren 1785, 1819, 1838 und 1845. Von da ab verblieb er im Solfatarenzustand. Die neue Tätigkeitsperiode beginnt um das Jahr 1898 mit der Bildung einer 100 m langen rauchenden Spalte. Im Jahre 1901 bildete sich die große Fumarole am Südwestabhang des Rindegan, desgleichen 2 Schlammpfuhle im Tale zwischen Sopoetan und Ketenganrücken, wo der Boden 22 Erdspalten aufwies. Am 17. Juni 1906 entstanden 2 Aschenkegel von 40 und 150 m relativer Höhe, von denen nur der eine, der G. Aësepoet bestehen blieb. Im September desselben Jahres traten Schlammströme und Lava in Erscheinung. Am 5. und 7. Juni 1907 erfolgte wieder ein Ausbruch; im Juni 1908 kam Lavanachschub Aus dem G. Aësepoet floß eine enorme Menge Lava, die zunächst 1000 m lang und 150 m breit war. Nach Ahlburg, der 1909 die Stelle besuchte, war die Lava dann noch nicht zum Stillstand gekommen und strahlte große Hitze aus.

Über die Natur der Lavaströme war man sich nicht einig. Koperberg hielt die Lavamasse nicht für geflossen, sondern für eine Staumasse. Ahlburg spricht von Blocklavaströmen. v. Komorowicz deutet sie als Lavablockströme eines echten Massenergusses vom isländischen Typus. Wichmann ließ rezente Lavaströme überhaupt nicht gelten, sondern meinte, es könnte sich im Sopoetangebiet nur um Schlammströme handeln.

Unterdessen aber wälzten sich im Dezember 1911 und April 1912 schwarz und dunkelrot aussehende Steinströme (Lava) langsam aus dem Krater nach Norden, während 1913 Sanderuptionen

stattfanden und neue Krateröffnungen gebildet wurden. Am 2. Juli 1913 war der Vulkan in strombolianischer Tätigkeit. Im Jahre 1915 entstand südlich vom Aësepoet ein neuer Lavavulkan, der Aësepoet Weroe, aus dem ein 5 km langer, etwa 15 Millionen cbm enthaltender Lavastrom nach Südosten floß. Im ganzen sind nach van Padang in 9 Jahren etwa 60 Millionen cbm Lava geflossen. Der weiße Gipfel des Goenoeng Aësepoet bestand aus Sublimationsprodukten von Na_2SO_4, die noch Kalium und Chlor enthielten und sich infolge des heißen Bodens vor dem Aufgelöstwerden halten konnten. In der Nacht vom 27. zum 28. November 1923 warf der Aësepoet mächtige Steine in die Höhe; eine Pinienwolke erhob sich, aus der 100 m hohe Flammen schlugen. Nach dem Sopoetan zu bewegte sich ein Lavastrom, von dem haushohe Blöcke abrollten. Der Aësepoet Weroe blieb dabei vollkommen ruhig. Aus dem Wasser Ranoe Menono, das 1912 durch einen Lavastrom überdeckt wurde, stieg ein 25 m hoher Geysir auf. Noch im Dezember 1923 stiegen aus 15 Kraterlöchern des Aësepoet Flammen auf, und eine Glutwolke verbrannte einen Terrainstreifen. L. H. C. Horsting (8), der Chef der „Triangulatiebrigade in de Minahassa", beobachtete als Augenzeuge diesen Ausbruch des Aësepoet vom Rindegan aus 1200 m Entfernung. Er berichtet ferner, daß am 30. Dezember 1924 der Aësepoet noch in voller Eruption war. Die Kuppe war aufgehöht zu einem spitzen Kegel, aus dem eine dichte Rauchwolke zum Vorschein kam. Von Zeit zu Zeit wurden Steine ausgeworfen. Auch 40 m unterhalb des Gipfels entwichen Dampfwolken.

Am 6. Januar 1925 war die Spitze verschwunden und vermutlich während einer Eruption der vorhergehenden Tage in die Luft geflogen. Am Abend des 14. Januar erfolgte erneut ein heftiger Ausbruch, bei dem Steine ausgeworfen wurden und eine Dampfwolke von mindestens 1000 m emporstieg. In der Nacht vom 17. zum 18. Januar wiederholte sich die Wirksamkeit vom 14., aber in geringerem Maße. Danach fanden keine Lavaflüsse mehr statt, und es trat eine Ruhepause ein.

Als Horsting später den neugebildeten Lavastrom besuchte, bemerkte er, daß dieser im allgemeinen dem alten Strom von 1912 gefolgt und merkwürdigerweise auch auf demselben Punkt zum Stillstand gekommen war. Der junge Strom war dunkelbraun, der alte mehr grau gefärbt.

Besucher des Aësepoet fanden Anfang Mai 1925 den Krater

eingestürzt und verstopft. Aus einer Öffnung am Fuße des Berges stieg Rauch auf.

Dieser letzte mir zugängliche Bericht, den Taverne in der Nat. Tijdschr. v. Neederl. Indië gibt, schließt im Juli 1925. So ist also der Goenoeng Sopoetan nach einer langjährigen Ruhepause aus dem explosiven Stadium nach einleitenden Explosionen und Kraterverlegung in den G. Aësepoet 1906 in ein effusives Stadium getreten. Man kommt mit van Padang zu dem Schluß, daß der explosive Vorgang der entweichenden Gase die ältere Phase der Vulkantätigkeit widerspiegelt und daß erst, nachdem die Hauptmasse der explosiven Gase entwichen war, Lava aus dem Krater fließen konnte.

Über den südlichen Teil der Minahassa ist wenig bekannt. Er gliedert sich in 2 Teile, in das nördlich gelegene Manembangebirge und das südliche Saratoesgebirge, die beide durch das 1000 m hohe Plateau des Danausees voneinander getrennt sind. Das Manembangebirge hat im Lomboelan einen radialständigen Vulkan, 1300 m hoch, dessen 450 m tiefer Krater erloschen und stark zerstört ist. Das Saratoesgebirge hat im Goenoeng Ambang, 2070 m, den höchsten Berg der Minahassa. An seinem Südabhange sind 2 kleine Solfataren tätig.

v. Wolff errechnete die Einengung des Vulkanismus und fand für den ganzen Sangibogen folgende Werte:

Vulkaneinheiten:	40	
Erloschene Vulkane:	23	= 57,8 %
Solfatarische Vulkane:	4	= 10,0 %
Explosive Vulkane:	9	= 22,2 %
Explosive u. effusive V.:	4	= 10,0 %

Da der Rückgangsindex von 57,8 % verhältnismäßig niedrig ist gegenüber dem Mariannenbogen mit 66,6 % und Sumatra mit 90 %, so ist daraus zu schließen, daß man es mit einer kürzeren Abkühlungsdauer bei tiefem Niveau zu tun hat. Die tektonischen Bewegungen des Bogens sind relativ jung.

Zieht man bei der Berechnung des Rückgangsindex nur die Minahassa in Betracht, so kommt man zu folgendem Ergebnis:

Statistik zur Berechnung des Rückgangsindex der Minahassa:

I. Nördlicher Teil.

1. Klabat erloschen
2. G. Tokoko „
   mit Batoe Angoes
   und Batoe Angoes baroe

3. Doea Soedara erloschen
4. Menadotoewa „
5. Poela Boenaken „
6. Insel Lembe „

II. Mittlerer Teil.

7. Lembeangebirge erloschen
8. G. Mahawoe solfatarisch
   mit 2 Explosionskr.
9. Empoeng explosiv
10. Kinagogaran erloschen
11. Empoenglaas „
12. Masarang „
    und 3 Explosionsstellen mit klastischem Material.
13. Lokon solfatarisch
    mit 2 Boccen
14. Tetawiran erloschen
15. Kasche „
16. Linow Lahendong, solfatarisch
17. Solfatarenfelder westlich des Tondanosees.
18. Solfatarenfeld von Tompaso.
19. Lengkoan erloschen.
20. Sinapi „
21. Tempong „
22. G. Sempoe „
23. Rindegan „
24. Kalelondei „
25. Batoe Koloh „
26. Sopoetan
    mit Aësepoet explosiv und effusiv
    und Aësepoet Weroe

III. Südlicher Teil.

27. Lomboelan erloschen
28. G. Ambang solfatarisch.

Von den Vulkanen der Minahassa sind

Vulkaneinheiten	28	
Erloschene Vulkane	20	= 71,4 %
Solfatarische Vulkane	6	= 21,4 %
Explosive Vulkane	1	= 3,6 %
Explosive und effusive V.	1	= 3,6 %

Diese Statistik macht jedoch wegen der geringen Erforschung des südlichen Teiles keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Bestimmung des Alters der Eruptionen.

Bücking zeichnete auf seiner Karte den größten Teil der Minahassa als rezent vulkanisch ein. Wenn das auch für einen Teil der Vulkane, besonders den jetzt noch tätigen, zutrifft, so weist der Sopoetan auf halber Höhe eine Somma auf, die ihrer Entstehung nach einer älteren Periode angehören dürfte. Ebensowenig kann man bei der Vulkanruine Manimporok mit der geöffneten Caldera und den tiefen Radiärrunsen von rezenter Tätigkeit sprechen. Es soll daher versucht werden, das Alter der Eruptionen zu bestimmen.

Vulkanische Erscheinungen treten immer erst als Folgeerscheinungen von tektonischen Bewegungen auf. Den Beginn der orogenetischen Bewegungen nimmt Verbeek schon am Ende des Mesozoikums an. Eine länger andauernde Faltung setzt posteozän ein, erreicht im Miozän ihren Höhepunkt und geht durch das Pliozän bis ins Pleistozän.

Im Anschluß an diese Faltung treten die bereits erwähnten zahlreichen tertiären Grabenbrüche auf, die die gegenwärtigen morphologischen Verhältnisse mitbedingen und die auch Anlaß zu dem Jungvulkanismus des Gebietes gaben.

Nach A. Brouwer sind folgende Eruptionsperioden voraufgegangen:

1. Die jungpaläozoische Eruptionsperiode mit vorwiegend basischen Eruptivgesteinen der Permzeit: Peridotite, Gabbros, Diabase.

2. Die altmesozoische Periode der Trias- und Jurazeit mit älteren Melaphyren und Diabasen.

3. Die jungmesozoische Periode der Kreide- und Eozänzeit mit sauren Ergüssen von Andesiten und Daziten.

4. Die Eruptionsperiode des Oligozän.

5. Die Eruptionsperiode des Miozän. Letztere beide haben granitische und dioritische Intrusionen und andesitische Ergüsse gefördert.

6. Die Leuzitgesteine der „Äquinoctia-Provinz“ im Miozän bis Pleistozän

Während die Vulkane mit rezentem Fördermaterial in ihrer Hauptsache im Pleistozän gebildet wurden, wurden die Sommaberge schon im Pliozän angelegt. (28)

Ziehen wir auch den von Bücking und Rinne beobachteten Granit von Gorontalo und der Insel Hogoi bei Belang in den Kreis der Betrachtungen, so läßt sich aus direkten Lagerungsverhältnissen kein Anhaltspunkt für sein Alter finden. Zwei Möglichkeiten bestehen. Entweder er gehört der „Malayischen Formation" an oder er ist im Oligozän aufgedrungen. Da in Nord- und Mittelcelebes noch Teile des alten Äquinoctiakontinents zu Tage treten, während sie in anderen Teilen der Malayischen Scholle verschwinden, so wird man auch diesen Granit als Folge der präkarbonischen Faltung betrachten und ihm das karbonische Alter zusprechen dürfen.

Auch v. Wolff sagt, daß in den zentralen Gebieten der Malayischen Scholle die alten Gneise und Granite herrschen. Dem steht nicht entgegen, daß Warren Smith die Vorkommen von kristallinen Schiefern auf den Philippinen für alttertiär hält, da dort der alte Äquinoctiakontinent nicht zu Tage tritt.

Die von Rinne festgestellten Diabase auf den Inseln Bentenan, Poeloe Poetoes, Pakolor, Bankoan und Baleng-Baling bei Belang sind den Eruptionsperioden der Permzeit oder der Trias- und Jurazeit zuzuweisen, die beide basische Gesteine gefördert haben. Welcher von beiden Perioden sie angehören, ist aus den Lagerungsverhältnissen noch nicht festgestellt worden. Wahrscheinlich würden sie jünger als die vorerwähnten Granite sein. Das würde auch mit der Ansicht v. Wolff's über die mutmaßliche Differentiationsbahn des Magmas übereinstimmen, nach der aus einem annähernd neutralen Magmaherde nach erfolgter Differentiation zuerst die leichteren sauren, dann die schwereren basischen Spaltungsprodukte gefördert werden.

Der Jungvulkanismus der Minahassa beginnt als Folge der miozänen Faltung und der dadurch verursachten tiefen Grabenbrüche, die z. T. bis über 3000 m absinken. Die plio-pleistozänen Unterbauten der gegenwärtigen Vulkankegel wurden bereits bei den einzelnen Vulkanen erwähnt.

III. Petrographischer Teil.

Beschreibung der Gesteine.

Überblickt man die jüngeren Eruptivgesteine der Minahassa, so stellen sie ein Bild reicher Mannigfaltigkeit dar, sowohl nach Farbe und Struktur, als auch nach mikroskopischem Befund. Teils sind es tiefschwarze Obsidiane, die in einzelnen Varietäten durch lagenweise Anordnung mikroskopisch kleiner Feldspäte den perlmutterähnlichen Liparitobsidianschiller zeigen; teils sind es hellere oder dunklere Bimssteine, die mehr oder minder poröses Gefüge aufweisen; teils wechselt porphyrische Struktur hell- oder dunkelgrauer und rötlicher Gesteine mit dichtem basaltischem Gefüge ab. Noch mannigfaltiger wird das Bild im Dünnschliff. Zu Plagioklasen jeder Auslöschungsschiefe vom Anorthit bis zum Andesin, oft schön zonar struiert, gesellen sich als melanokrate Bestandteile rhombische und monokline Augite, Hornblende, Biotit oder Olivin in wechselndem Bestande.

Neben diesen Hauptgemengteilen treten als akzessorische Bestandteile Magnetit, Titaneisen, Apatit und Zirkon auf. Infolge dieses wechselnden Mineralbestandes lassen sich außer den Hauptgruppen von Liparit, Dazit, Andesit, Alboranit und Basalt auch verschiedene Übergänge feststellen. Die petrographischen Verhältnisse der Minahassagesteine wurden z. T. bereits von Bücking (3), Rinne (16) und Wichmann (26) erörtert. Im folgenden sollen hauptsächlich die auch chemisch analysierten Gesteine optisch untersucht und beschrieben werden.

I. Liparit.

Der Obsidian vom Tampoessoe, der an der Straße nach Tomohon bei Tataäran antsteht (Handstück 94—97 der Gesteinsproben), ist ein samtschwarzes, glasiges Gestein. In manchen Stücken tritt eine deutliche Bänderung von dunkleren und helleren Streifen auf, die durch lagenweise Anreicherung von Mikrolithen entstanden sind, die Fluidalstruktur zeigen. Wiederum andere Stücke haben gleichfalls lagenweis angeordnete Sphärolithe, die zum Teil bis Erbsengröße anwachsen. Unter dem Mikroskop gewahrt man in der glasigen Grundmasse Schwärme von Mikrolithen, die etwa 0,015 mm Länge haben und bei gekreuzten Nikols nur noch selten die graue Interferenzfarbe der Feldspäte erkennen lassen. Ihre Längsachse ist gleichgerichtet.

Größere Feldspäte, Augite und Magnetitkörner treten [illegible] einzelt auf. Hin und wieder sind auch größere [illegible] Felsosphärite zu bemerken.

Bücking schreibt darüber: „Die Sphärolithe (radialstrahlige Felsosphärite) sind erst nachträglich durch beginnende Veränderung im erstarrten oder fast vollständig erstarrten Gestein entstanden, da die helleren und dunkleren Lagen der Fluidalstruktur in der Regel unabgelenkt durch sie hindurchsetzen, während sie sich doch um die in dem noch flüssigen Magma ausgeschiedenen Kristalle von Plagioklas und Augit, oft weit auslenkend, herumziehen. Wo mehrere derartige Sphärolithe zusammentreten, sind oft durch nachträgliche Zersetzung des Innern der Sphärolithe Hohlräume entstanden, die zuweilen eine Art Kammerung zu besitzen scheinen und bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck von Lithophysen machen. Das Gestein zeigt, zumal in den helleren, stärker entglasten Lagen einen silbergrauen Atlasschiller, wie er bei manchen Liparitobsidianen beobachtet wird."

Die letztere Beobachtung Bückings erweist sich in ihrer Folgerung als richtig, da das Gestein durch die chemische Analyse als Liparit identifiziert worden ist.

Die Hohlräume in den Sphärolithen sind jedoch nicht nur da zu beobachten, wo mehrere derselben zusammentreten, sondern sind in allen vorhanden, in stecknadelkopfgroßen ebenso wie in solchen von Erbsengröße. Man macht die Beobachtung am besten, wenn man das Mikroskop als starke Lupe benutzt und bei 20—60facher Vergrößerung im auffallenden Licht frische Bruchflächen des Gesteins betrachtet, die dann fast immer einen Einblick in die Hohlräume der aufgesprungenen Sphärolithe gewähren. Man sieht dann deutlich, wie die Kriställchen radialstrahlig angeordnet sind und drusenartig an den Wänden sitzen. Von einer nachträglichen Zersetzung ist nichts wahrzunehmen; es besteht der Eindruck völliger Frische. Die Entstehung dieser Sphärolithe erscheint eher durch die Hohlräume magmatischer Gase veranlaßt zu sein, die mit zunehmender Viscosität des Magmas nicht mehr entweichen konnten, aber für ihre Umgebung als Mineralisatoren wirkten und die fast völlige Füllung des Hohlraums mit mikrolithischen Kriställchen bewirkten. Es würde das derselbe Vorgang im Kleinen sein wie die Bildung der Pegmatite durch fortdauernde Exhalationen im Großen. Die Sphärolithe sind keine nachträglichen, sondern gleichzeitig mit der Erstarrung des Magmas entstehenden Bildungen. Dazu steht

nicht im Widerspruch, daß sich die Mikrolithe um größere Kristalle von Feldspat oder Augit, „oft weit auslenkend", herumziehen; denn diese beanspruchten als Erstausscheidungen einen festen Platz, um den sich die noch flüssige Masse herumlegen mußte. Um den Feldspat zu bestimmen, war es notwendig, die Dünnschliffe der vom gleichen Fundort stammenden Handstücke Nr. 94—97 zu untersuchen, da er aus den wenigen im Schliff 97 vorhandenen größeren Kristallen nicht gemessen werden konnte. Im Schliff 94 fallen zunächst die Scharen der Mikrolithe auf, die infolge ihrer radialfaserigen Struktur bei Drehung des Tisches ein stehendes Achsenkreuz ergeben, das einen negativen Charakter der Doppelbrechung hat. Damit ist die Natur der Mikrolithe als Feldspäte erkannt, da Quarz und Augit optisch positiv sind, und da in demselben Schliff auch größer werdende Individuen als Feldspat zu erkennen sind. Der chemischen Analyse nach kommt Anorthit und Bytownit als opt. negativer Feldspat nicht in Frage; also war noch zwischen Oligoklas und Oligoklas-Andesin zu entscheiden. Auch in Schliff 95 wurde der Feldspat als opt. — festgestellt. Auf einem Schnitt $\perp$ c wurden 6° Auslöschungsschiefe gemessen. Der Feldspat ist also ein Oligoklas-Andesin. Das spezifische Gewicht des Gesteins beträgt 2,362. Der chemischen Analyse nach ist es ein Liparit.

Ähnliche Verhältnisse zeigt ein Gestein von der Straße Sonder-Tomohon, das von einem andern Strom des Tampoessoe stammt (Handstück 91). Das Glas hat ein grob perlitisches Aussehen. Weiße Massen von Sphärolithen, Plagioklasen und hellem Glas treten in der samtschwarzen Grundmasse häufiger hervor als in dem vorigen Gestein. Im Dünnschliff beobachtet man außer Plagioklasen auch rhombische und monokline Augite und Magnetit. Der Feldspat ist ein Andesin mit einer Auslöschungsschiefe von — 9° auf 010.

2. Dazit.

Weit verbreitet sind in der Minahassa Gesteine von schaumig-blasiger Struktur, die Bimssteine. Es liegen Gesteinsproben von der Insel Bentenan, vom Festlande bei Ratahan am Wege nach Pangoe und aus der Gegend südlich des Tondanosees mit den Fundpunkten am Goenoeng Wahi, bei Tompaso und Kakas vor, die alle mehr weiß, gelblich oder grau gefärbt sind.

Nördlich des Tondanosees, so bei Tonsea lama, bei Tanggari und an der Straße Tondano-Eris sind die Bimssteinvarietäten mehr von grauschwarzer, bräunlicher und dunkler Farbe.

Handstück 100 ist ein Bimsstein vom Wege nach Pangoe bei Ratahan. Es ist ein helles Gestein von gleichmäßig kleinblasiger Struktur. Unter dem Mikroskop beobachtet man die fluidale Struktur der porösen Grundmasse, die sich um größere Kristalle von Feldspat und Augit herumzieht. Öfter sieht man auch dunkle Glassümpfe, also Stellen, an denen das Volumen der Grundmasse durch die Gasporen nicht erweitert worden ist. Der Übergang vom Glas zur Bimssteinstruktur verläuft überall kontinuierlich. Diese Beobachtung läßt auf einen homogenen Fluß schließen, der durch plötzliche Druckentlastung und schnelle Erstarrung seine Struktur erhalten hat. Schlammströme würden eine Verkittung des Materials an irgend welchen Stellen erkennen lassen müssen. Außer Feldspäten und Augiten sind noch Magnetitkörner zu beobachten. Als akzessorische Bestandteile finden sich in den größeren Kristallen Einschlüsse von Apatit und Zirkon. Gemessen wurde beim Feldspat eine Auslöschung von -26^{0} auf 010. Der Charakter der Doppelbrechung ist opt +. Der Feldspat ist ein Labrador-Bytownit. Der Augit hat gerade Auslöschung. Sein Pleochroismus ist graugrün-rötlichbraun, der Charakter opt. —. Er ist also ein rhombischer Augit, und zwar ein Hypersthen. Die chemische Analyse ergab die Zugehörigkeit des Gesteins zum Alboranit-Dazit.

3. Andesit.

Handstück 109 von der Spitze der Insel Groß-Bahoi ist ein Gestein von schwärzlichgrauer Farbe und dichtem Gefüge, in dem man mit unbewaffnetem Auge kleine Einsprenglinge von weißem Feldspat und dunklem Augit erkennt. Hin und wieder beobachtet man stecknadelkopfgroße braunglasige Körner sowie erbsengroße weißliche Ansammlungen kleiner Feldspäte. Unter dem Mikroskop gewahrt man ein dichtes Gefüge von kleinen, leistenförmigen Plagioklasen, Augiten und reichlich Magnetit. Größere Kristalle der gleichen Mineralien sind darin eingelagert. Auch Titaneisen ist vorhanden. Bei den größeren Feldspäten beobachtet man vereinzelt Zonarstruktur. Die Augite sind meist monoklin und von gelblichgrauer Farbe. Öfter sind sie lückenhaft aus Säulchen und Körnern aufgebaut. Doch findet man auch einzelne Individuen rhombischer Augite. Die Feldspäte I. Generation haben eine durchschnittliche Ausdehnung von $^1/_4$ zu $^3/_4$ mm. Die Augite messen $^1/_2$ mal $^1/_4$ mm, im Querschnitt $^1/_4$ mm im Quadrat. Die Feldspäte 2. Generation haben nur eine Ausdehnung

von $^1/_{30}$ bis $^1/_6$ mm Länge. Der Feldspat ist opt. +. Seine Auslöschung ⊥ **c** wurde zu 8,2°, ⊥ **a** zu 68° gemessen; er ist demnach ein Andesin. Rinne bezeichnet das Gestein als olivinfreien Feldspatbasalt, weist aber auch auf die nahe Verwandtschaft mancher örtlichen Facies mit dem Andesit hin. Nach der chemischen Analyse gehört er zu den Andesiten. Sein spezifisches Gewicht beträgt 2,805.

Ebenso gehört das Gestein vom Goenoeng Soepit bei Belang (Handstück 62) nach der chemischen Analyse zu den Andesiten. Es hat graue Farbe und porphyrische Struktur. Makroskopisch erkennt man bis 3 mm große Plagioklase, kleinere Augite und Hornblenden, die auch in größeren Kristallen (bis 5 mm) auftreten. Unter dem Mikroskop kommen noch Magnetit und Titaneisen hinzu. Die basaltische Hornblende zeigt gelbbraune Töne und hat starken Opacitrand. Die Plagioklase haben oft Zonarstruktur. Die wechselweise gleiche Auslöschung verschiedener Zonen weist auf rhythmische Ausfällung der Substanz hin. Der Charakter ist opt +. Bei einem Schnitt ⊥ **c** mit zonarer Auslöschung wurde im Kern 14° gemessen, was einem Albit-Oligoklas entspricht. Mehr randliche Zonen wiesen eine Auslöschung von 4,4° bis 9,6° auf. Das weist auf eine Anreicherung der Anorthitkomponente hin und entspricht einem Oligoklas-Andesin bis Andesin. Der äußerste Rand hatte durchschnittliche Auslöschung von 24,3°, was einem Labrador in diesem Teile entspricht. In einem Schnitt ⊥ **a** wurde eine Auslöschung von 56° bis 69° gemessen. Das stellt eine Reihe vom Anorthit bis Andesin dar. Festgehalten in dieser Fülle der Erscheinungen muß werden, daß der Feldspat in seinen Hauptbestandteilen ein Albit-Oligoklas ist. Die Augite sind teils rhombisch, teils monoklin. Letztere sind lichthellgelb gefärbt.

Zieht man die rhythmische Ausfällung der Feldspäte und den Projektionspunkt des Gesteins in der Nähe der Q-Linie in Betracht, so kommt man zu dem Ergebnis, daß hier ein noch wenig differenziertes Magma von annähernd neutraler Zusammensetzung vorliegt. Sein spezifisches Gewicht beträgt 2,573.

4. Alboranit.

Ähnliche Ausbildung wie Handstück 109 zeigt die Gesteinsprobe 112 von der Meeresseite der Insel Groß-Bahoi. Die Farbe ist heller grau als die des vorigen. Einsprenglinge von Plagioklas und Augit treten häufiger hervor. Unter dem Mikroskop

sind neben kleinen Feldspäten und Augiten auch Magnetit und Titaneisen zu bemerken. Die Augite sind in der Regel monoklin; jedoch wurde bei einem Kristall das rhombische System festgestellt. Sie sind öfter von Erzkörnchen durchsetzt oder u geben. Als akzessorischer Bestandteil wurde außerdem noch Apatit festgestellt. Der Charakter der Doppelbrechung beim Feldspat ist opt. —. Auf Schnitten _ a wurde eine Auslöschung von 56°, auf 010 eine solche von —26° gemessen. Der Feldspat ist ein Bytownit Das Gestein ist der chemischen Analyse nach ein Alboranit Die Differentiation hat sich nur in der Anreicherung der Anorthitkomponente gegenüber dem Andesit (Handstück 109) ausgewirkt. Spezifisches Gewicht des Gesteins 2,782.

5. Basalt.

Die Gesteine des Sopoetan sind in der mittleren Minahassa weit verbreitet. In der Mehrzahl weisen sie eine schwärzliche Farbe auf. Doch variiert dieselbe auch nach hellgrau, rötlich und dunkelrotbraun. Ebenso verschieden ist die strukturelle Ausbildung. Neben Laven andesitischer Struktur gibt es schlakkige Formen. Außer Plagioklasen verschiedener Größe treten Augite und gelbe Olivine auf In manchen Dünnschliffen findet man den Plagioklas schön zonar struiert. Bücking wies auch Cordierit in verschiedenen Sopoetangesteinen nach. Rinne fand beim Durchschlagen der Sopoetanbomben, daß sie öfter aus Kern und Schale verschiedener Gesteine bestehen. Der Kern dieser Auswürflinge ist gröber gebaut und reicher an Plagioklas als die Hülle, die reichlich Olivin enthält. Rinne erkannte in den Kernen „die eigentlichen festen Projektile, um welche sich flüssige Lavamasse beim Durchdringen des Geschosses durch das Magma ansetzte.“ Es handelt sich also wohl um ein altes, anläßlich einer früheren Eruption bereits verfestigtes Schlotmaterial, das mehr saurer Natur ist und um das sich das neu aufdringende Magma als basische Hülle schloß. Es würde das auch hier dem natürlichen Differentiationsvorgang entsprechen, daß die Ergüsse im allgemeinen erst saurer sind und dann basischer werden.

Handstück 79, von dem die chemische Analyse angefertigt wurde, stammt von der Spitze des Sopoetan. Es zeigt andesitische Struktur und ist von schwärzlicher Farbe der Grundmasse, die durch die zahlreichen Plagioklase von 1—5 mm Größe weiß getüpfelt erscheint. Außerdem beobachtet man makroskopisch noch dunkle Augite und honiggelbe Olivine in geringerer Anzahl.

Unter dem Mikroskop findet man neben wohlausgebildeten Plagioklasen monokline Augite und Olivin. Als akzessorische Bestandteile wurden noch wenig Magnetit und Titaneisen wahrgenommen.

Der optische Charakter der Doppelbrechung bei den Feldspäten ist negativ. Gemessen wurde auf 010 zur Achse a eine Auslöschung von — 33°, auf Schnitten ⊥ c 35° Auslöschungsschiefe. Der Feldspat ist ein Bytownit. Das Gestein gehört nach der chemischen Analyse zu den Trappbasalten. Sein spezifisches Gewicht beträgt 2,753.

Die chemische Zusammensetzung der jungen Eruptivgesteine.

Da in der Literatur bisher nur eine chemische Analyse der Minahassagesteine von Verbeek (24) bekannt war, die Bauschanalyse aber die Grundlage der quantitativen Gesteinsklassifikation auch nach der v. Wolff'schen Methode bildet, so war es erforderlich, eine Anzahl chemischer Analysen herzustellen. Herrn Dr. Holler, der 3 derselben anfertigte, danke ich an dieser Stelle herzlichst dafür.

Der Gang meiner Analysen war folgender:

1. Aufschluß mit Natrium- und Kaliumkarbonat und Bestimmung der Kieselsäure.
2. Ammoniakfällung von Eisen und Aluminium.
3. Aufschluß des Niederschlages durch Kaliumbisulfat, Reduktion des Eisens durch Schwefelwasserstoff und Bestimmung desselben durch Titration mit Kaliumpermanganat.
4. Fällung des Calciums durch Ammonoxalat.
5. Bestimmung des Magnesiums als $Mg_2P_2O_7$.
6. Bestimmung der Alkalien nach Lawrence Smith.
7. Trennung der Alkalien nach der Perchloratmethode von Schlösing-Wense.
8. Bestimmung des Ferroeisens durch Aufschluß mit Flußsäure im Kohlensäurestrom und Titration mit Kaliumpermanganat.
9. Bestimmung des Wassers bei 110°.

Da in Handstück 62 auch Mangan, Titan und Zirkon bestimmt werden mußten, geschah der Aufschluß von Eisen, Aluminium etc. mit Ätznatron im Silbertiegel. Die Trennung derselben erfolgte nach den Angaben von M. Dittrich.

Die Titansäure wurde kolorimetrisch bestimmt.

Der Flußsäureaufschluß zur Bestimmung des Ferroeisens geschah im Kohlensäurebade, das auf folgende Weise leicht herzustellen ist: In eine geräumige Porzellanschale wird ein Tondreieck gesetzt. Darauf stellt man die Platinschale, deren oberer Rand noch etwa 1 cm tiefer liegt als der Rand der Porzellanschale. Überdeckt wird die Platinschale von einem Glastrichter, der mit seinem Rande die Innenseite der Porzellanschale berührt und der durch einen Schlauch mit dem Kipp'schen Apparat verbunden ist. Die Kohlensäure gelangt zunächst in den Trichter, bedeckt die Platinschale, füllt auch die Porzellanschale und fließt endlich über den Rand derselben. Von dem allseitigen luftdichten Abschluß der Platinschale kann man sich leicht überzeugen, wenn man mit einem brennenden Streichholz den Rand der Porzellanschale abtastet.

Die Schwierigkeit, den Goochtiegel zur Gewichtskonstanz zu bringen, wurde dadurch beseitigt, daß bei der Zubereitung des Tiegels nach dem Abnutschen des Wassers noch etwa 10 ccm reiner Alkohol hindurchgegeben wurde. Dadurch wird beim Trocknen des Tiegels nur noch der Rest des Alkohols verdunstet, und es wird beim Wägen des Tiegels die gleiche Bedingung geschaffen wie beim Wägen des Kaliumperchlorats.

Folgende Gesteine sind analysiert worden:

Handstück 97. Liparit-Obsidian vom Tampoessoe, Fundort bei Tataäran. Analytiker: Verbeek. In der Literatur bekannt.

Handstück 109. Andesit von der Spitze der Insel Groß-Bahoi bei Belang. Analytiker: Holler.

Handstück 112. Alboranit von der Meeresseite der Insel Groß-Bahoi. Analytiker: Holler.

Handstück 100. Alboranit-Dazit (Bimsstein) vom Wege nach Pangoe bei Ratahan. Analytiker: Holler.

Handstück 79. Trappbasalt von der Spitze des Goenoeng Sopoetan. Eigene Analyse.

Handstück 62. Andesit vom Goenoeng Soepit bei Belang. Eigene Analyse.

I. Gewichtsprozente.

Handst.	97	109	112	100	79	62
SiO_2	74,87	50,57	48,78	67,34	46,91	54,47
TiO_2	0,27	2,06	1,85	Sp.	—	0,72
P_2O_5	—	—	—	—	—	—
Al_2O_3	12,88	15,52	18,75	16,15	14,74	11,41
Fe_2O_3	1,34	6,33	6,25	—	9,48	9,75
FeO	1,53	3,57	4,96	3,21	5,68	2,25
MnO	—	2,14	3,02	3,05	—	1,34
MgO	0,15	6,12	6,77	1,94	6,76	4,00
CaO	1,44	8,44	7,32	4,50	12,57	9,12
Na_2O	3,29	3,39	1,10	0,97	2,12	4,00
K_2O	4,16	1,58	0,42	1,36	1,36	1,14
H_2O	0,29	1,51	1,57	0,53	0,11	1,14
Sonst. B.	—	—	—	—	—	ZrO_2=0,02
Sa.	100,22	101,21	100,79	99,40	99,73	99,38
Spez.G.	2,362	2,805	2,782	—	2,753	2,573

II. Molekularprozente.

Handst.	97	109	112	100	79	62
SiO_2	81,35	55,63	54,47	73,33	51,92	61,36
TiO_2	0,22	1,70	1,55	—	—	0,61
P_2O_5	—	—	—	—	—	—
Al_2O_3	8,23	10,04	12,31	10,57	9,66	7,56
Fe_2O_3	0,55	2,60	2,62	—	3,93	4,11
FeO	1,38	3,27	4,61	2,91	5,24	2,11
MnO	—	1,99	2,85	2,81	—	1,28
MgO	0,24	10,10	11,34	3,17	11,23	6,76
CaO	1,68	9,95	8,76	5,25	14,91	11,01
Na_2O	3,46	3,61	1,19	1,02	2,15	4,36
K_2O	2,89	1,11	0,30	0,94	0,96	0,82
Sonst. B.	—	—	—	—	—	ZrO_2=0,02
Sa.	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

III. Projektionswerte nach v. Wolff:

Hdst.	Magma	L	M	Q	A	C	Or	Ab	An	
97	IIa8	57,72	3,24	39,04	6,35	1,68	40,2	48,1	11,7	t=0,20
109	IVa7	59,04	39,98	0,98	4,72	5,32	15,0	49,0	36,0	
112	IV 7	55,20	33,48	11,32	1,49	10,82	4,3	17,3	78,4	
100	IV 7	48,47	12,16	39,37	1,96	8,06	15,7	17,0	67,3	t=0,55
79	IV 5	51,08	49,66	—0,74	3,11	6,55	15,0	33,7	51,3	
62	IVa7	50,96	39,56	9,48	5,18	2,38	12,9	68,4	18,7	

Handstück	Gestein	Analytiker
97	Liparit	Verbeek
109	Andesit	Holler
112	Alboranit	Holler
100	Alboranit-Dazit	Holler
79	Trappbasalt	Noack
62	Andesit	Noack

Eine Betrachtung der Analysen zwecks Klassifikation der Gesteine ergibt folgendes:

Handstück 97. Das Gestein, ein Obsidian vom Tampoessoe, das bei Tataäran geschlagen wurde, ist bereits in der Literatur durch v. Wolff als Liparit identifiziert worden.

Handstück 109 von der Spitze der Insel Groß-Bahoi bei Belang. Von den Alkalien ist $Na_2O > K_2O$; K_2O aber $< 0{,}8\ Na_2O$ Der Kaligehalt erreicht nicht die Menge der eutektischen Alkalifeldspate. Der C-Wert ist > 1; doch ist $A > C/2$. Das Magma ist mithin ein Natron-Kalkmagma. Der Q-Wert ist positiv, erreicht jedoch nicht die Quarzsättigung des Quarz-Feldspateutektikums. Der Projektionspunkt des Gesteins fällt also in das Trachyt-Andesitfeld. Da bei diesen beiden Gesteinsfamilien der mittlere Feldspat die Grenze bildet und im vorliegenden Falle Ab > An. > Or. ist, so ist das bisher als Feldspatbasalt bezeichnete Gestein ein Andesit.

Handstück 112 von der Meeresseite der Insel Groß-Bahoi. In diesem Gestein kommt die Anorthitkomponente zur unbedingten Vorherrschaft; $C/2 > A$. Das Gestein entstammt einem Kalkmagma. Es hat einen positiven Q-Wert. Gewöhnlich sind diese Gesteine noch als Andesite oder Basalte bezeichnet worden Zieht man jedoch zu dem positiven Q-Wert den Anorthitgehalt in Betracht,so muß man mit Becke und v. Wolff diese Gesteine von den Andesiten abtrennen und als Alboranite bezeichnen Das vorliegende, bisher als Feldspatbasalt bezeichnete Gestein ist ein Alboranit.

Handstück 100, ein Bimsstein vom Wege nach Pangoe bei Ratahan, würde aus dem gleichen Grunde als Alboranit zu bezeichnen sein. Sein extrem hoher Q-Wert stellt es aber in die Reihe der Dazite. Das Gestein ist ein Alboranit-Dazit

Handstück 79, von der Spitze des Sopoetan, entstammt ebenfalls einem Kalkmagma. Der Q-Wert ist indes negativ. Diese Glieder der arktischen Sippe, die negative Q-Werte besitzen, bilden die Familie der Trappbasalte. Das vorliegende Sopoetan-Gestein, das bisher als Andesit bezeichnet wurde, ist ein Trappbasalt.

Handstück 62 stammt vom Goenoeng Soepit bei Belang. Aus dem Verhältnis der Alkalien unter sich und zum Anorthit ergibt sich, daß das Gestein einem Natron-Kalkmagma entstammt. Seinem positiven Q-Wert nach gehört es zu den Andesiten.

v. Wolff mißt auch der Frage nach dem spezifischen

Gewicht der Gesteine Wichtigkeit bei. „Die Dichten der Gesteine sind zwar nicht die Dichten ihrer Magmen. Trotzdem vermag die Zusammenstellung ein ungefähres Bild der gegenseitigen Dichteverhältnisse der Magmen, aus denen sie sich herleiten, wohl zu gewähren.“ Deshalb wurde das spezifische Gewicht von 57 Handstücken mit Hilfe des Pyknometers bestimmt. Die Tuffsteine wurden ihrer Porosität wegen nicht gewogen; denn weder die porösen Stücke noch die gepulverte Masse ergeben ein zum Vergleichen geeignetes Gewicht. Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes hatte folgendes Ergebnis:

Spezifisches Gewicht der nach Fundpunkten geordn. Gesteine.

Handst.	Fundort.	Bezeichnung nach Rinne.	Spez. Gewicht.
60.	Östl. Insel Dakoe-Kajoe.	Augit-Andesit.	2,428
3.	Insel Hogoi.	Hornblendegranit.	2,596
4.	„	„	2,600
5.	„	„	2,584
6.	„	„	2,609
7.	„	Quarzhornblende-Diorit	2,679
42.	Insel Toelang.	Hornblende-Andesit	2,540
44.	„	„ mit glasiger Grundmasse	2,527
45.	„	„ mit Augit	2,441
59.	„	Augit-Andesit mit Hornblende	2,513
67.	„	„ mit glasiger Grundm.	2,660
109.	Insel Gr. Bahoi.	Olivinfr. Feldspatbasalt **(Andesit)**	2,805
112.	„	„ „ **(Alboranit)**	2,782
120.	„	Einschluß aus vorig. Gestein.	2,536
122.	Insel Klein-Bahoi.	Olivinfreier Feldspatbasalt	2,713
9.	Insel Bentenan.	Diabas m. Augit u. Hornblende	2,738
13.	„	Diabas mit Mandelstein	2,443
14.	„	Diabas dicht	2,562
28.	„	Verwitterter Diabas	2,484
29.	„	Einschluß aus vorig. Gestein	2,575
51.	„	Augit-Andesit, glasig	2,205
12.	Insel Bankoan	Diabas mit Augit	2,775
16.	„	Quarzdiabas	2,711
17.	Insel Baleng-Baling.	Hornblende-Diabas	2,742
18.	„	„	2,658
19.	„	Quarzhornblende-Diabas	2,684
27.	„	Quarzdiabas, granophyrisch	2,622
24.	Insel Poenten.	Hornblende-Diabas, porphyrisch	2,739

Minahassagesteine.

Handst.	Fundort.	Bezeichnung nach Rinne.	Spez. Gewicht.
32.	Goenoeng Doep b. Kotaboena	Augit-Dazit	2,550
33.	„	Thermal umgewand. Dazit	2,567
40.	Berg Totok	Hornblende-Andesit	2,524
47.	Weg Belang-Totok	Augit-Andesit	2,711
41.	Belang, Weg landeinwärts.	Hornblende-Andesit	2,429
62.	Goenoeng Soepit.	Hornbl.-Augit-Andesit	2,573
43	„	Zersetzter Hornbl.-Andesit	2,421
36.	Weißes Kap bei Belang.	Biotit-Andesit	2,404
35.	„	„ aus Tuff	2,531
68.	Sopoetan, Abhang nach Tombatoe.	Olivin-Augit-And.	2,783
72.	„ , Abhang nach Amoerang	„	2,824
73.	„ , Bombe	„	2,574
78.	„ , Bombe	„	2,727
79.	„ , Spitze des Berges	„ **(Trappbasalt)**	2,753
30.	Sopoetangebirge, Felsen am Walirang	Andesit	2,403
87.	Goenoeng Totok	Olivinhaltig	2,685
57.	Sindoran b. Langowan, Weg n. Kakas.	Augit-And. m. Ol.	2,528
50.	Kaweng, Weg nach Kajoewatoe	Augit-Andesit	2,750
88.	„ „	„ m. reichl. Olivin	2,821
92.	Bei Paso, Straße nach Remboken	Perlit	2,504
90.	Meer von Linum	Olivinreich	2,835
84.	Tataäran bei Tondano	Olivinhaltig, glasig	2,694
97.	„	Obsidian	2,362
63.	Watoemera bei Tondano	Augit-Andesit	2,691
91.	Zw. Leilem u. Kalengan b. Tomohon.	Körniges Glas	2,348
48.	Lotta bei Menado	Augit-Andesit	2,511
55.	„	„	2,650
83.	„	Olivin reichlich	2,813

Die Gesteine nach der Schwere geordnet.

Sp. Gew. (Handst.)	Sp. Gew. (Handst.)	Sp. Gew. (Handst)
2,835 (90)	2,685 (87)	2,536 (120)
2,824 (72)	2,684 (19)	2,531 (35)
2,821 (88)	2,679 (7)	2,528 (57)
2,813 (83)	2,660 (67)	2,527 (44)
2,805 (109)	2,650 (55)	2,524 (40)
2,733 (68)	2,650 (18)	2,513 (59)
2,782 (112)	2,643 (8)	2,511 (48)
2,775 (12)	2,622 (27)	2,504 (92)
2,753 (79)	2,609 (6)	2,484 (28)
2,750 (50)	2,600 (4)	2,443 (13)
2,742 (17)	2,596 (3)	2,441 (45)
2,739 (24)	2,584 (5)	2,429 (41)
2,738 (9)	2,575 (29)	2,428 (60)
2,727 (78)	2,574 (73)	2,421 (43)
2,713 (122)	2,573 (62)	2,404 (36)
2,711 (47)	2,567 (33)	2,403 (30)
2,711 (16)	2,562 (14)	2,362 (97)
2,694 (84)	2,550 (32)	2,348 (91)
2,691 (63)	2,540 (42)	2,205 (51)

Trägt man die gefundenen spezifischen Gewichte unter Berücksichtigung der Silifizierungsstufe in ein Koordinatensystem ein, so bestätigt sich auch hier,

1) daß Gesteine mit zunehmendem SiO_2-Gehalt spezifisch leichter werden, mit zunehmender Basizität spezifisch schwerer sind,
2) daß Gesteine gleichen Kieselsäuregehalts umso schwerer werden, je mehr sie auskristallisiert sind, und umso leichter, je glasiger die Grundmasse geblieben ist.

IV. Altersfolge und genetische Beziehungen der Eruptivgesteine.

Eine Vergleichung der Gesteine miteinander läßt zunächst erkennen, daß bei allen $Na_2O > K_2O$ ist, mithin alle einem gleichen Magmaherde entstammen. Während aber bei den Gesteinen Nr. 62, 97 und 109 die Alkalien vorherrschen, hat bei den Gesteinen Nr. 79, 100 und 112 die Anorthitkomponente das Übergewicht. Man wird geneigt sein, diesen Anorthitgehalt dem Einschmelzen kalkiger Deckschichten zuzuschreiben. Das ist im vorliegenden Falle durchaus möglich; denn nach Kemmerling sind in der Lava des Goenoeng Sopoetan Bruchstücke von Orbitoidenkalk aufgefunden worden, und somit hat das Magma des Goenoeng Sopoetan bei seinem Empordringen kalkige Decken vorgefunden. Handstück 112 stammt von der Insel Groß-Bahoi. Auch hier stellte Rinne Reste tertiären Kalkes fest. Der Durchbruch des Magmas mußte ebenfalls mit dem Einschmelzen kalkiger Schichten einhergehen. Handstück 100 stammt vom Wege nach Pangoe bei Ratahan. Kalke sind an dieser Stelle nicht aufgeschlossen; aber da der Fundpunkt zwischen den beiden vorigen liegt, so ist auch hier ihre Annahme gerechtfertigt.

Trotzdem erklärt die Einschmelzung von Kalk die Anorthitkomponente nicht allein, wie sich aus der Vergleichung der chemischen Analysen von Handstück 109 und 112 ergibt

Beide Gesteine stammen von der Insel Groß-Bahoi. Die Kieselsäure mit 55,63 % und 54,47 % weist keinen erheblichen Unterschied auf. Auch die Differenz bei der Tonerde zwischen 10,04 % u 12,31 % ist noch nicht ausschlaggebend, CaO mit 9,75 % und 8,76 % ebenfalls nicht. Bedeutend wird der Unterschied erst bei den Alkalien. Sie betragen 4,72 % bei Nr. 109 und 1,49 % bei Nr. 112. Dieser Unterschied wird in seiner Auswirkung bei der Zusammensetzung der Feldspäte noch größer; denn es stellen sich bei der Bildung der Anorthitkomponente nachher erhebliche Differenzen ein, die wiederum in der verschiedenen Menge der Alkalien ihren Grund finden. Da aber auch SiO_2 zur Bildung der Feldspäte erforderlich ist, und zwar in sechsfacher Menge der Alkalien, so muß sich die ursprüngliche Differenz der Alkalien einerseits in der Feldspatbildung und andererseits in der Menge der gebundenen resp. freien Kieselsäure auswirken.

Um das näher zu begründen, ist es notwendig, auf die Errechnung der v. Wolff'schen Projektionswerte aus der Bauschanalyse näher einzugehen und die Berechnung beider Analysen durchzuführen.

Es sei dabei auf die ausführliche Beschreibung der v. Wolff'schen Methode im zweiten Band seines „Vulkanismus" Seite 35 verwiesen.

Zuerst werden die leukokraten, dann die melanokraten Bestandteile errechnet und zuletzt die übrigbleibende oder zur völligen Absättigung fehlende Kieselsäure als positiver oder negativer Q-Wert bestimmt.

Handstück 109. Die Alkalien erfordern zur Feldspatbildung ebensoviel Tonerde und 6 A. Kieselsäure = 4,72 % Alkalien, 4,72 % Al_2O_3 und 28,32 % SiO_2. Es bleibt für die Anorthitbildung nur ein Tonerderest von 5,32 %, sodaß der gesamte Kalk nicht zur Anorthitbildung Verwendung findet, sondern nach Absättigung mit 5,32 % Al_2O_3 ein CaO Rest verbleibt, der im Augit zur Bildung melanokrater Bestandteile dient.

Zur Anorthitbildung sind vorhanden 5,32 % CaO, 5,32 % Al_2O_3 und 10,64 % SiO_2. Die Gesamtsumme vorstehender leukokrater Bestandteile beträgt **L = 59,04 %**. Es ist bemerkenswert, daß infolge der fehlenden Tonerde nicht die Gesamtmenge von CaO zur Bildung des Anorthits schreiten kann, sodaß infolgedessen der Anorthit mit 5,32 % nicht zur Vormacht gelangt, sondern die Alkalien größer als C/2 sind.

Sättigt man nach der Magnetitbildung die Femoxyde mit der gleichen Menge Kieselsäure ab, so ergibt sich für die melanokraten Bestandteile $FeO.SiO_2$ = 1,34 % + $MgO.SiO_2$ = 20,20 % + $CaO.SiO_2$ = 9,26 % + $MnO.SiO_2$ = 3,98 % + Mt = 5,20 % . **M = 39,98 %**.

Nach Absättigung von L und M verbleibt ein positiver **Q = 0,98 %**.

Der mittlere Feldspat verhält sich wie K_2O : Na_2O : C/2 = 1,11 : 3,61 : 2,66 . Or. : Ab . : An . = 15,0 : 49,0 : 36,0 . Seine Projektion fällt in den Sextanten 3. Das Gestein gehört zu den Natron-Kalkmagmen und ist wegen seiner positiven Quarzzahl Q = 0,98 ein Andesit.

Mit dieser Errechnung des mittleren Feldspats stimmt der optische Befund überein. Es wurden gemessen $\perp$ **c** eine Aus-

löschungsschiefe = 8,2 °, $\perp$ a = 68 °. Der Charakter ist optisch +. Danach ist der Feldspat ein Andesin.

Bei Handstück 112 sind die Alkalien gegen das vorige Gestein stark zurückgegangen. A = 1,49 %. Dadurch wird zur Bildung der Alkalifeldspäte auch weniger Tonerde gebraucht. Es bleibt ein größerer Tonerderest, der zur Bildung des Anorthits Verwendung finden kann. So entsteht ein C-Wert von 10,82 %, während er im vorigen Falle nur 5,32 % betrug. Damit gewinnt aber auch die Anorthitkomponente die Vormacht. C/2 wird größer als A. Der mittlere Feldspat fällt in den Sextanten 4; es ist ein ausgesprochenes Kalkmagma. Der positive Q-Wert stellt das Gestein zu den Alboraniten. Die Bildung der Anorthitkomponente ist hier nicht durch den absolut größeren Kalkgehalt gegenüber dem vorigen entstanden, sondern durch das Zurücktreten der Alkalien. Aus dem gleichen Grunde aber wird die Silifizierung eine andere; denn während die Alkalien 6 A. Kieselsäure zu ihrer Sättigung verlangen, braucht der Anorthit nur 2 C Kieselsäure. Es wird weniger SiO_2 gebunden; der freie Rest wird größer.

Eine Betrachtung der Molekularprozente ergibt, daß in den Gesteinen Nr. 100, 109 und 112 der Tonerdegehalt den Kalkgehalt übersteigt, während in Nr. 62 und 79 der Kalk die Tonerde überschreitet. Im ersteren Falle scheint also mehr Tonerde, im zweiten mehr Kalk eingeschmolzen zu sein. Wie schon erwähnt wurde, ist nach Kaemmerling im Untergrunde des Sopoetan Orbitoidenkalk nachgewiesen worden, sodaß der hohe Kalkgehalt von Nr. 79 durchaus wahrscheinlich ist. Auch Nr. 62 vom Goenoeng Soepit stammt vom Festlande aus der Nähe des Sopoetan, sodaß auch hier mit einem kalkigen Untergrunde zu rechnen ist. Anderseits ist in dem tektonisch stark bewegten Gebiet ein häufiger Fazieswechsel durchaus wahrscheinlich, sodaß man bei den Gesteinen Nr. 100, 109 und 112 mit Tonerdeüberschuß auch eine Resorption tonerdeführender Sedimente für möglich halten kann.

Vergleicht man die Kieselsäure der analysierten Gesteine miteinander, so findet man, daß neben mittlerem SiO_2-Gehalt 2 Gesteine einen extrem hohen Kieselsäure-Wert besitzen, Handstück Nr. 97 mit 81,35 Mol. % und Handstück Nr. 100 mit 73,33 Mol % SiO_2. Eine Differentiation des Magmas allein erklärt nicht diese Anreicherung. Nur ein Einschmelzen von Deckschichten, und zwar von saueren Gesteinen, kann die Ursache

sein. Bereits im ersten Teil der Arbeit war auch das in Nord-Celebes vorkommende Granitgrundgebirge erwähnt worden, das Bücking auf seiner Karte bis in die Gegend von Belang einzeichnete. Kemmerling erwähnt auf der nördlich der Minahassa gelegenen Insel Ganga ein von der Erosion bloßgelegtes „Quarzgestein", das einer älteren Formation angehört. Es wäre also nicht unwahrscheinlich, daß im Untergrunde der mittleren Minahassa gleichfalls saure Gesteine vorhanden sind, die von der Einschmelzung betroffen worden sind.

Eine Vergleichung der 6 Gesteine in Projektionsdreieck läßt erkennen, daß es paarweise zwei Gesteine um die Quarzlinie, zwei mit eutektischem Feldspat und zwei mit hohem SiO_2-Gehalt gibt, von denen wieder das eine mehr leukokrat, das andere stärker melanokrat ist. Die Differenz letzterer Art ist bei allen drei Paaren annähernd gleich. Von den Gesteinen gleicher Silifizierungsstufe gehört eins zu den ausgesprochenen Kalkmagmen, während im anderen die Alkalien vorherrschen. Es ergibt sich daraus folgende Übersicht:

$A > C/_1$					$C/_1 > A$				
Gest.	Magmen.	Q	L	M	Gest.	Magmen	Q	L	M
109	IVa7	+ 0,98.	59,04.	39,88	79	IV5	— 0,74.	51,08	49,66
62	IVa7	. 9,48.	50,96.	39,56	112	IV7	11,32.	55,20.	33,48.
97	IIa8	39,04.	57,72.	3,24	100	IV7	39,37.	48,47.	12,16.

Daraus ist ersichtlich, daß die leukokraten Bestandteile nicht wesentlich voneinander differieren. Beträchtlich sind die Unterschiede in den Q- und M-Werten. Mit zunehmendem Q-Wert fällt die M Komponente und umgekehrt. Mit dem chemischen Ergebnis stimmt das mikroskopische Bild überein.

Um eine genetische Folge der Gesteine zu diskutieren, sei noch einmal der Verlauf der Differentiation kurz skizziert.

Ein neutrales oder basisches Magma wird sich bei langsamem Sinken der Tempratur unter dem Einfluß der Schwere differenzieren, sodaß die schwereren basischen Komponenten nach unten sinken, während die leichteren saueren Bestandteile nach oben streben In der Viskosität des Magmas ist der vollständigen Differenzierung eine gewisse Grenze gesetzt. Nach Absinken der basischen Bestandteile wird das Magma saurer, sodaß sich Feldspäte, Augite und Hornblenden ausscheiden können. Nach Absättigung dieser Minerialien mit SiO_2 wird ein etwa ver-

bleibender Kieselsäurerest als Quarz auskristallisieren. Nur bei saueren Magmen mit SiO_2 im Überschuß kann Quarz in erster Generation sich bilden. Kommt das differenzierte Magma zur Eruption, so wird die oben schwebende saure Lava zuerst zum Erguß kommen, während die tiefer gelegenen basischen Teile erst bei späteren Eruptionen ausgestoßen werden. Diese Folge ist besonders bei Eruptionen der Fall, deren Krater auf einer Antiklinalen auftreten, während Ergüsse, die in der Synklinalen liegen, infolge ihres tieferen Niveaus von vornherein basischer sind. Inwieweit dieses klare Bild von der Aufeinanderfolge der Laven durch Ergüsse vor, während oder nach vollendeter Differentiation des Herdes, durch Einschmelzen von saueren oder basischen Deckschichten und durch Magmanachschübe aus der Tiefe modifiziert wird, läßt sich im Einzelfalle nicht immer unterscheiden. Trotzdem muß versucht werden, unter Beachtung vorstehend angedeuteter Modifikationsmöglichkeiten eine genetische Folge der Eruptionen zu gewinnen. Infolge der fortschreitenden Differentiation ist heute allgemein zu beobachten, daß rezente Laven meist basisch sind und saure Eruptionen zu den Seltenheiten gehören. Auch die rezenten, als Trappbasalte zu bezeichnenden Laven des Goenoeng Sopoetan sind daher basisch und haben die niedrigste Silifizierungsstufe. Folgt man dem Kieselsäuregehalt als Wegweiser für die Ergüsse nach ihrer Reihenfolge, so muß man das Gestein Nr. 109 von Gr. Bahoi, ein Andesit, als dem Sopoetangestein fast gleichaltrig ansehen. Noch mehr zurückliegend in der Altersfolge würden die Gesteine Nr. 62 vom G. Soepit, gleichfalls ein Andesit, und Nr. 112 von Gr. Bahoi, ein Alboranit, aufzufassen sein. Als älteste Gesteine müßte man den Obsidian vom Tampoessoe (Nr. 97) und den Bimsstein (Alboranit-Dazit) vom Wege nach Pangoe ansprechen (Nr. 100). Von den Gesteinen gleicher Q-Werte ist wiederum das alkalische als das ältere zu betrachten, während das kalkreiche erst nach erfolgter Differentiation des Magmas oder auch nach örtlicher Assimilation der Deckschichten empordrang. Somit ist anzunehmen, daß wir im Gegensatz zum Sopoetangestein als dem jüngsten im Obsidian vom Tampoessoe bei Tataäran das älteste der untersuchten Gesteine vor uns haben.

Ergebnisse.

Die vorliegende Arbeit hat die petrographische Untersuchung der von Herrn Geheimrat Prof. Dr. Rinne gesammelten Gesteine aus der Minahassa zur Aufgabe.

Es wurden 5 Analysen angefertigt. Zu diesen analysierten Stücken wurden Feldspäte und Mineralbestand eingehend gemessen. Es zeigte sich folgendes:

Der Obsidian vom Tampoessoe bei Tataäran ist ein Liparit; sein Feldspat ist ein Oligoklas-Andesin.

Die Gesteine der Insel Gr. Bahoi sind Andesite und Alboranite; in den Andesiten ist als Feldspat der Andesin, in den Alboraniten der Bytownit vorhanden.

Der bei Pangoe gefundene Bimsstein ist ein Alboranit-Dazit; sein Feldspat ist ein Labrador-Bytownit.

Das Gestein vom Gipfel des Sopoetan ist ein Trappbasalt; sein Feldspat ist ein Bytownit.

Das Gestein vom Goenoeng Soepit bei Belang ist ein Andesit; sein Feldspat ist ein Bytownit.

Die optischen Untersuchungen der Feldspäte standen im Einklang mit den Ergebnissen der Bauschanalyse.

57 Gesteine wurden auf ihre Dichte untersucht. Es bestätigte sich die Regel, daß das spez. Gewicht mit zunehmendem Kieselsäuregehalt sinkt und mit zunehmender Basizität steigt. Von Gesteinen mit gleicher Silifizierung sind kristalline Gesteine spezifisch schwerer als solche mit glasiger Grundmasse.

Von genetischen Beziehungen wurde festgestellt, daß bei allen untersuchten Gesteinen $Na_2O > K_2O$ ist. Alle entstammen also einem einheitlichen Magmaherde. Die Eruptionen sind zuerst saurer gewesen und im Laufe der Zeit basischer geworden.

Literatur.

1. Ahlburg, J. Über den geologischen Aufbau von Nord-Celebes. Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Ges. Bd. 62, 1910. Monatsber.
   „ , Der Vulkan Sopoetan in der Minahassa. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 62 1910.
   „ , Versuch einer geol. Beschreibung d. Insel Celebes, Jena 1911.
2. Bleeker, Reis door de Minahassa en de Molukschen Archipel. Batavia 1856.
3. Bücking, Beitr. zur Geologie von Celebes. Peterm Mitt Bd. 45. 1899.
   „ , Zur Geologie der Minahassa. Peterm. Mitt. Bd. 46, 1900.
   „ , Beiträge zur Geologie von Celebes. Sammlg. des Geol. Reichsmus. in Leyden, Serie I, Bd. 7, 1902—1904.
   „ , Geolog. Skizze von Nord-Celebes. Peterm. Mitt. 1899, Tafel 16.
   „ , Cordierit von Nord-Celebes und aus den sogen. verglasten Sandst. Miteldeutschl Bericht der Senckenberg. Naturforsch. Ges. in Frankfurt a. M. 1900.
4. Dumont d' Urville, Voyage de la corvette l'Astrolabe pendant les années 1826—1829.
5. Junghuhn, F. Java, seine Gestalt etc. Deutsch von Hasskarl. Leipzig 1854.
6. Kemmerling, G. L. L. De Vulkanen van de Sangiarchipel en de Minahassa. Vulkanolog. Meded Nr. 5. 1923.
7. v. Komorowicz, Vulkanoseismische Studien im Norden Australiens. Das Vulkangebiet des Sopoetans in der Minahassa [Nord-Celebes]. Zeitschr. f. Vulk. II. 1915/16.
8. Horsting, L. H. C. Het Sopoetangebergte in de Minahassa. Jaarv. v. d. Top. Dienst 1924.
   „ , The Soputan Volcano in the Minahassa. Inter Ocean, May 1924. Ref. von Taverne in Naturk. Tijdschr. v. Nederl. Indie. 1925.
9. Koorders, S. H. Verslag eener botan. dienstreis. d. d. Minahassa. Mededel. v. Lands Plant. Nr. 19. Batavia 1898.

10. Koperberg, M. Verslag van het geolog. en mijnboukund. onderzoek in de Res. Menado ged. het Jaar 1899. jaarb. Mijnwesen 1900.
„ , Aantekningen over het Sopoetangeb. Amsterd. 1911.
11. Martin, K. Zur Geologie von Celebes. Samml. d. Geolog. Reichsmus. Leyden 1891.
12. Mesdag, F. T. Over de werkzamheid van de Sopoetan in den Jaaren 1911 u. 1912. Jaarb. Mijnw. 1912.
13. Neumann van Padang. Übersicht über die Vulkane Niederl Indiens nach der Literatur der letzten 5 Jahre. Zeitschr. f. Vulkanologie 1925. Bd. IX.
14. Reinwardt, C. G. C. Reis naar het oostelijk gedeelte van den Ind. Archipel in het Jaar 1821. Amsterdam 1858.
16. Rinne, F. Beitrag zur Petrographie der Minahassa in Nord-Celebes. Sitzungsberichte der Kgl. Preußischen Akademie d. Wissensch. 1900.
„ , Skizzen zur Geologie der Minahassa. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 52. 1900.
„ , Kasana, Kamari, eine Celebesfahrt. Hannover 1900.
17. v. Rosenberg, H. Der Malayische Archipel. Leipzig 1878.
18. Sapper, K. Katalog der geschichtlichen Vulkanausbrüche. Schriften d. wissensch. Ges. in Straßburg. Heft 27, 1917.
„ , Beiträge zur Geogr. der tätigen Vulkane. Zeitschr. f. Vulkanologie III. 1917.
19. Sarasin, P. u. F. Entwurf einer geographisch-geolog. Beschreibung der Insel Celebes. Bd. IV. Wiesbaden 1901.
20. van Spreuwenberg, A. F. En blik op de Minahassa. Tijdschr. v. Neederl. Indie. 1845.
21. Stehn, C. E. Eenige aanvullende onderzoekingen in de Midden-Minahassa. Vulkanolog. Meded. Nr. 5. 1923. Ref. in N. v. Padang Übersicht über die Vulkane Niederl. Indiens nach der Literatur der letzten 5 Jhr. Zeitschr. f. Vulkanologie 1925, Heft 3.
22. Sueß, E. Antlitz der Erde. III, 2.
23. Taverne, N. J. M. Vulkanologische Berichten. Naturk. Tijdschr. v. Neederl. Indie. 1924. 1925.
24 Verbeek, R. D. M. Rapport sur Moluques. Jaarb. f. Mijnw. Batavia 1908. Ref. Neues Jahrbuch f. Min. 1909. I.

25. Wallace, A. R. Malayischer Archipel. Deutsch v. A. B. Meyer. Braunschweig 1869.

26. Wichmann, A. Zur Geologie der Minahassa Peterm. Mitt. Bd. 46. 1900.

„ , Über den Vulkan Sopoetan. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 62, 1900. Monatsber.

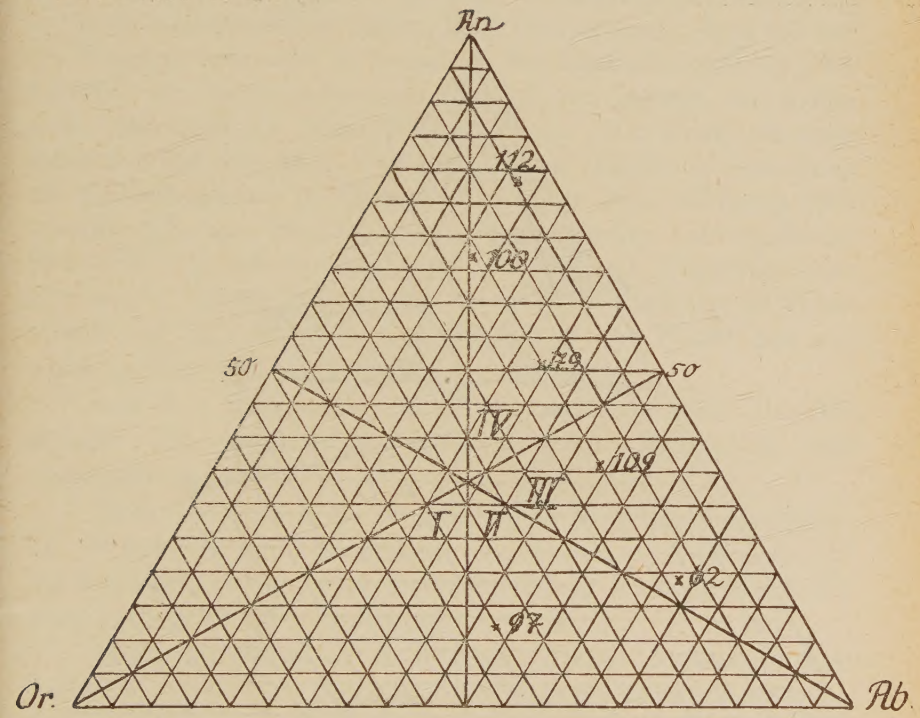
„ , Über die Ausbrüche des Sopoetan. Zeitschr. d. Dt. Geol. Ges. Bd. 63. 1901.

27. Wittkampf, P. Th. Die Binnenseen von Celebes. Peterm. Mitt. Bd. 39. 1893.

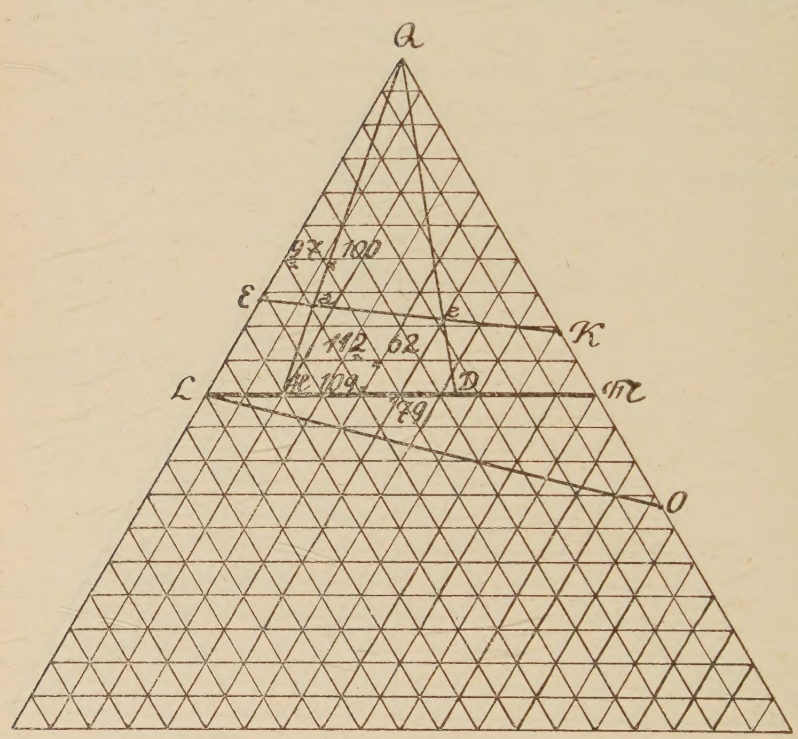
28. v. Wolff, F. Der Vulkanismus. Bd. 2. Stuttgart 1923.

---

29. van Muschenbroek, S. C. J. W. Kaart van de Minahassa 1 : 100 000. s' Gavenhage 1878.
Peterm. Mitt. 1899, Heft XI.



Projektionspunkte der mittleren Feldspäte.



Projektionspunkte der Gesteine nach v. Wolff.

Lebenslauf

Am 12. November 1885 wurde ich, Hermann Bernhard Oswald Noack, zu CahnsdorfKreis Luckau N/L. geboren. Ich bin der Sohn des Müllers Hermann Noack und seiner Ehefrau Auguste, geb. Druschke und gehöre dem evangelischen Glaubensbekenntnis an.

Nachdem ich die sechsklassige Volksschule in Luckau bis zu meiner Konfirmation Ostern 1900 besucht hatte, kam ich auf die Präparandenanstalt in Neuzelle. Von Michaelis 1902 bis 1905 besuchte ich das Lehrerseminar daselbst und bestand dort meine erste Lehrerprüfung. Vom Herbst 1905 bis 1906 diente ich beim Infanterie-Rgt. Nr. 52 in Cottbus. Darauf erhielt ich Anstellung als Volksschullehrer in Pitschen, Kr. Luckau N/L. Michaelis 1908 bestand ich am Seminar Neuzelle die zweite Lehrerprüfung. Seit 1908 bin ich verheiratet mit Gertrud, geb. Druschke. Der Ehe sind 4 Kinder entsprossen. Ostern 1913 wurde ich als Volksschullehrer nach Halle berufen. Während des Weltkrieges war ich $1\,^1/_2$ Jahre zum Garnisondienst eingezogen.

Am 7. I. 1920 wurde ich an der Universität Halle immatrikuliert Ich studierte Naturwissenschaften, Philosophie und Pädagogik.

1920 bestand ich die Mittelschullehrerprüfung in Mathematik, Physik, Chemie, Mineralogie und Geologie. 1921 legte ich die Rektorprüfung ab, 1922 die Reifeprüfung für Oberrealschulen, 1925 die Schwimmlehrerprüfung.

Meine Lehrer waren die folgenden Herren Professoren und Dozenten: Anton, v. Drigalski, v. Freyberg, Frischeisen-Köhler, Grouven, Hahne, Menzer, Schmidt, Scupin, Thurnwald, Vorländer, Walther, Weigelt, Wichmann, v. Wolff, Ziehen.

Alle meine hochverehrten Lehrer mögen meines dauernden Dankes versichert sein.